

## 15.4 焦耳定律

### 与教材不同之处

更详细描述电流热效应的影响因素的探究过程；更详细描述焦耳定律的计算应用；更详细描述焦耳定律在高压输电原理的应用；更详细描述家用电器多档位的分析与计算过程的总结，更详细描述电热效率问题。

### 电流热效应

什么是电流热效应？

电流通过导体时，导体会产生热量（电能转化为内能），这种现象叫做电流的热效应。比如，生活中的电炉、电热器等家用电器的工作原理都是利用电流的热效应而工作的，如图 15-4-1 所示。



图 15-4-1

生活中还有些电器，比如家用风扇，它工作时虽然是电能转化机械能，然而，我们发现，

当风扇工作时间长了后，风扇的机壳（内有电动机）会发热明显。这说明，风扇的电动机工作时发生电流的热效应。也就是说，风扇通电后，电能不仅转化为机械能，电能还转化为内能。

## 探究电流热效应的影响因素

电流通过导体时，产生热量的多少与什么因素有关呢？

在家庭电路中，一个电热器与电风扇并联的，也就是说，它们的电压是相等的，我们却发现它们产生的热量是不相同的，这说明，用电器产生的热量与电压无关。

截止目前为止，我们学过的电学物理量还有电流和电阻，因此，我们猜想电流通过导体时产生热量的多少与电流的大小，电阻的大小有关。

由于我们的猜想因素有两个，我们将采用控制变量法。也就是说，实验分两个部分进行，分别是：

- （1）当电阻一定时，探究电流产生热量的多少与电流大小的关系。
- （2）当电流一定时，探究电流产生热量的多少与电阻大小的关系。

跟前面的实验设计一样，我们在实验前要解决“三个如何”问题，即：

如何测量电流产生热量的多少？如何改变电流？如何改变电阻？

- （1）如何测量电流产生热量的多少？

由于电流产生的热量无法直接测知它的多少，我们可以采用转换法来间接判断电流产生的热量的多少。比如，让本实验的研究对象——电热丝（或电阻较大的导体）放在瓶中，在瓶中放入煤油，然后用温度计测出煤油升高的温度，如图 15-4-2 所示。通过温度计示数的变化量来间接反映电流产生热量的多少。

本实验之所以使用煤油而不是水来作为被加热的物质，原因是煤油不导电，且煤油的比热容小，在吸收相同热量时，煤油的温度变化比水的温度变化大，易于观察，使实验现象更

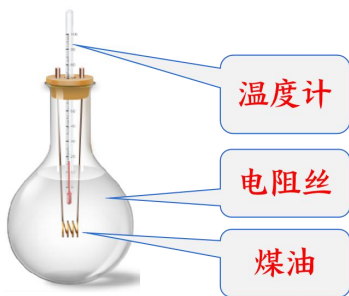


图 15-4-2

明显。使用煤油作为被加热物质的优点是能比较准确反映电流产生热量的多少，缺点就是实验时间较长。

本实验还可以使用空气作为被加热物质，方法是将电热丝放入密封的瓶中，瓶与外面的U形玻璃管相连，U形玻璃管中装有一定的水，如图 15-4-3 所示。

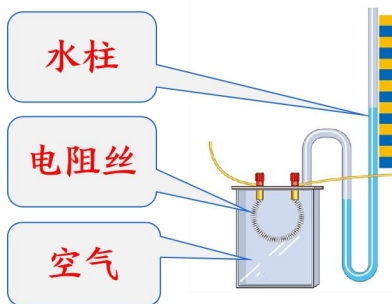


图 15-4-3

当电热丝通电产生热量时，会使瓶内的空气受热膨胀，当电热丝放出的热量越多，空气膨胀得也越多，使U形玻璃管中的水柱升高的就越多。也就是说，通过U形管中水柱的高度差来间接反映电流产生热量的多少。

使用空气作为被加热的物质，优点是实验时间短，现象也非常明显。缺点是不方便使用温度计测量空气升高的温度，这是因为空气的质量小，升高的温度不足以让温度计有明显的变化。总而言之，使用空气作为被加热物质其实比煤油更好一些。

### (2) 如何改变电流？

改变电流的常用办法是——将电热丝与滑动变阻器串联，移动滑动变阻器的滑片，便可

以改变通过电热丝的电流。

不过，我们还有更巧妙的办法——将两个阻值相同的电热丝串联起来，然后在其中一个电热丝与另外的电热丝并联，如图 15-4-4 所示，图中右瓶内的电热丝与瓶外的电热丝是并联的，则这两个电阻丝的总电流与图中左瓶内的电热丝通过的电流是相等的，因此，左瓶和

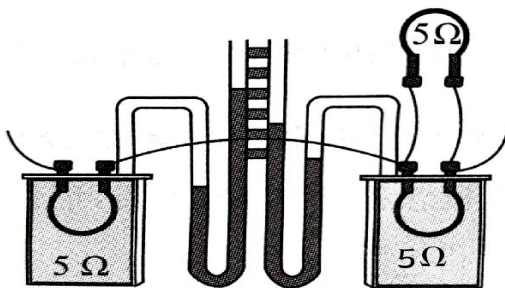


图 15-4-4

右瓶内电热丝的阻值相同，但通过的电流大小并不相同。于是，我们就可以探究当电阻一定时，电流产生热量的多少与电流大小的关系了。

所以，瓶外的电热丝的作用就是**分流**。

### （3）如何改变电阻？

要实现电流相同，电阻不同的目的，做法就简单了很多，我们只需将两个不同阻值的电热丝串联起来就行了，如图 15-4-5 所示。

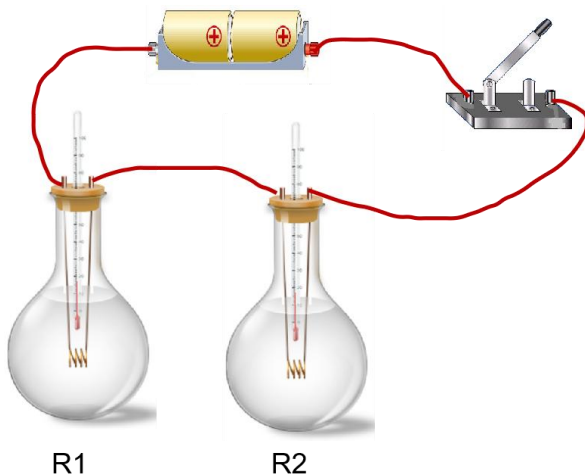


图 15-4-5

完成了实验前准备工作，我们就可以开始进行探究实验了。

探究电流产生热量的多少与电流大小关系的步骤如下：

(1) 将电路按图 15-4-4 所示组装好，闭合开关，一段时间后，观察 U 形管中两侧液柱高度差，并记录下现象。

(2) 串联一个滑动变阻器，移动滑片改变电流，进行多次实验。

通过图 15-4-4 所展示的现象，我们发现，左侧的 U 形管中的液柱高度差更大，这意味着左瓶内的电热丝通电后产生的热量更多，由于左瓶内的电流更大，所以，我们得到的结论是：**当电阻一定时，电流越大，电流产生的热量越多。**

探究电流产生热量的多少与电阻大小关系的步骤如下：

(1) 将电路按图 15-4-5 所示组装好，记录温度计的初始温度。

(2) 闭合开关，一段时间后，分别观察两支温度计的示数并记录在表格中（见表一）。

(3) 串联一个滑动变阻器，移动滑片改变电流，进行多次实验。

通过表格数据的分析，我们发现，当电流和通过时间相同时， $10\ \Omega$  的电热丝加热煤油后，升高的温度比  $5\ \Omega$  的电热丝更高。所以，我们得到的结论是：**当电流一定时，电阻越大，电流产生的热量越多。**

实验次数	电流 $I/A$	电阻 $R/\Omega$	通电时间 $t/s$	初温 $t_0/^\circ\text{C}$	末温 $t_{末}/^\circ\text{C}$	温度变化 $\Delta t/^\circ\text{C}$
1	0.2	5	30	22	32	10
	0.2	10	30	22	42	20
.....						

表一

通过实验，我们还发现，当电流和电阻一定时，通电时间越长，电流产生的热量也越多。因此，电流产生热量的多少与电流、电阻、通过时间都有关。

## 焦耳定律

进一步更精确地测量和研究表明，电流通过导体产生的热量跟电流的平方成正比，跟导体的电阻成正比，跟通电时间成正比，这就是著名的焦耳定律。这个定律最早是由英国的科学家焦耳发现的。



焦耳定律的数学表达式为：

$$Q = I^2 R t$$

需要强调的是，电流产生的热量是与电流的平方成正比，而不是与电流成正比。

焦耳定律左边是热量，不是电功（电能），所以，焦耳定律的最伟大之处在于，它是第一次将内能与电能联系起来。

## 焦耳定律的计算应用

例题：某电动机上标有“220V，2A”，它的线圈电阻为  $5 \Omega$ ，当它正常工作一分钟后，求：（1）消耗的电能为多少？（2）线圈中产生的热量为多少？

【分析】对于电动机，它的电流与电压、电阻之间的关系不适合欧姆定律，因此，当计算用电器消耗的电能，即电功，我们的公式是  $W=UIt$  或者是  $W=Pt$ 。而当我们计算电动机在工作过程中线圈产生的热量的多少，我们必须只能使用公式  $Q=I^2Rt$  来计算。

解：消耗的电能为

$$W = UIt = 220\text{V} \times 2\text{A} \times 60\text{s} = 2.64 \times 10^4 \text{J}$$

线圈中产生的热量为

$$Q = I^2Rt = (2\text{A})^2 \times 5\Omega \times 60\text{s} = 1200\text{J}$$

答：电动机消耗的电能  $2.64 \times 10^4 \text{J}$ ，线圈中产生的热量为  $1200\text{J}$ 。

通过上题，我们发现，对于电动机，它正常工作时所消耗的电能并不没有全部转化为热量，消耗的电能比产生的热量多了很多，这说明，对于电动机，它正常工作时所消耗的电能大部分转化为了机械能。因此，消耗的电能=机械能+热量，用公式表示为

$$W_{\text{电}} = W_{\text{机}} + Q$$

因此，如果对上题再拓展一下：（3）该电动机工作时所消耗的机械能是多少？

$$W_{\text{机}} = W_{\text{电}} - Q = 2.64 \times 10^4 \text{J} - 1200\text{J} = 2.52 \times 10^4 \text{J}$$

如果电动机因故障没有转动起来，此时电动机消耗的电能将全部转化为热量。由于没有转动，线圈中电流与电压、电阻的关系将适合于欧姆定律，则电流不再是  $2\text{A}$ ，而是

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220\text{V}}{5\Omega} = 44\text{A}$$

如果线圈中的电流通过的电流是  $44\text{A}$ ，这是一个极大的电流，根据焦耳定律的公式可知，线圈 1 分钟内产生的热量为

$$Q = I^2Rt = (44\text{A})^2 \times 5\Omega \times 60\text{s} = 5.808 \times 10^5 \text{J}$$

这是一个非常大的热量，所以，当电动机不转动时，线圈将会产生极大的热量，最终会将用电器烧坏。

因此，像电热丝，电阻，白炽灯泡等用电器，它们所消耗的电能基本上全部转化为热量（像灯泡极少数电能转化为光能，可忽略不计），即消耗的电能=热量，用公式表示为

$$W_{\text{电}} = Q$$

因此，像电热丝，电阻丝，灯丝等能将电能全部转化为内能的用电器，我们统称为纯电阻。像电风扇等将电能部分转化内能的用电器，称为非纯电阻。

对于电热丝，电阻丝，灯丝等用电器，电能转化为内能，是我们需要利用的。而电风扇工作时部分电能转化内能，却是我们不需要。

因此，电流热效应在生活中有利有弊。风扇的后盖，电视机的后盖，电脑的机箱常设计为多孔的结构，这就是为了便于热的散失。

## 高压输电线的原理

发电厂的发电机在相同时间内产生的电能是不变的，也就是发电机产生的电功率是一定的。发电机产生的电能需要通过输电线传输给远处各地的用电器，供用电器消耗使用，如图 15-4-6 所示。



图 15-4-6

由于输电线有电阻，根据焦耳定律  $Q=I^2Rt$  可知，在传输过程中，输电线因电流发热会损



失部分电能。如果输电线中的电流太大，输电线的电阻也比较大的话，甚至可能会造成电能传输过程中全部被输电线消耗殆尽。

如何减小输电线在传输电能的过程中减小因输电线发热而消耗的电能呢？

要减小输电线对电能的损耗，就是减小输电线的发热，即要减小输电线中的电流，以及减小输电线的电阻。

为了减小电阻，输电线尽量使用粗的输电线，如果输电线变得过粗，意味着成本的增加，负重变大。

还有一种方法可减小电阻，使用导线性能更好的材料，最好是电阻为零的材料。当电阻为零，根据焦耳定律可知，电流产生的热量将也变为零。电阻为零的材料在物理学上称为超导体，显然，如果超导体作为输电线，那是最理想的，但目前科学家还没有制造出常温下的超导体材料。

目前最有效的，最实用的是想方设法减小输电线中的电流大小。

根据  $P=UI$  可知，当电功率一定，输电线的电压越大，则输电线中的电流就越小。所以，当要把电能输送到非常远的地方时，往往需要将输电线的电压升得很高。比如，输电距离较近（50km 左右），电压可升至 220KV；如果输电距离很远（几百公里以上），电压可升至 1000KV。

总之，输电线之所以采用高压，是为了减小输电线的电流，从而减小输电线因电流发热而造成电能的损耗。减小电流的原理是  $P=UI$ ；减小发热的原理是  $Q=I^2Rt$ 。

## 大功率电炉的导线问题

如图 15-4-7 所示，我们发现大功率的电炉工作时，电炉丝热得发红，而导线却不怎么发热，这是什么道理呢？

原来，导线与电炉的电热丝之间的连接方式是串联，根据焦耳定律  $Q=I^2Rt$  可知，当电流相同时，电阻越大的，产生的热量将更多，电阻越小的，产生的热量将很少。于是，电炉丝



图 15-4-7

采用的是电阻较大的材料，比如铁铬铝或镍铬电热合金丝，而导线采用的是电阻较小的材料，比如铜线。

为了使导线的电阻更小，选用铜线尽可能的粗且短，这就是为什么大功率电器的导线一般比较粗和短的原因。

## 家用电器的多档位的分析

利用电流热效应的家用电器一般都有多个档位，比如电饭煲就有加热档，保温档，如图 15-4-8 所示。有些煲汤的电器不止两个档，还会有三个档位，比如高温档，中温档，低温档。

家用电器档位不同，意味着电器消耗的电能快慢不同，即电热功率不同。

家用电器是如何同时具备多个档位的呢？



图 15-4-8

如图 15-4-9 所示，假如这是电饭煲的内部电路图，发热电阻  $R_1$  和  $R_2$  的阻值相等。

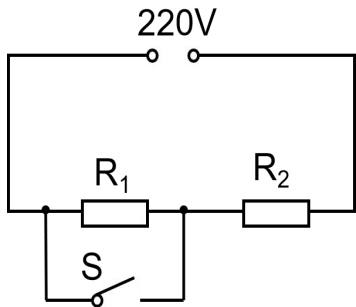


图 15-4-9

我们发现，当开关 S 闭合后，电路中的  $R_1$  被短路，整个电路只有发热电阻  $R_2$  工作产生热量，是一个简单电路。当开关 S 断开后，则这是一个  $R_1$  和  $R_2$  串联的电路，发热电阻  $R_1$  和  $R_2$  同时工作产生热量。

表面上看，两个电阻同时工作产生的热量更多，其实不能。

两个发热电阻以串联的方式同时工作，它们的总电阻比单个发热电阻的阻值更大，根据欧姆定律  $I=U/R$  可知，当电压一定，电阻大，则电流更小。所以，两个发热电阻串联时的电流比单个发热电阻的电流更小。再根据  $P=UI$  可知，电压一定，电流大的，发热电功率将会更大，也就是说，在相同时间内，两个发热电阻串联工作时产生的热量比单个电阻工作时产生的热量反而更少。

也就是说，闭合开关时，由于电阻小，发热功率大，属于加热档；断开开关时，由于电阻串联，总电阻大，发热功率小，属于保温档。

通过上面的分析，我们有这么几点发现：

- (1) 所谓的档位不同，其实是指电路中发热电阻消耗的总功率的不同。
- (2) 很多时候，无论是加热档电路还是保温档电路，它们的总电压都是电源电压 220V，即电压是不变的。
- (3) 造成电器档位不同的原因，其实是由于电路中的开关的开合情况发生了变化，造成电路的连接方式发生改变。
- (4) 分析某种连接方式属于什么档位时，一般可先对各种可能出现的电路总电阻进行一次比较，总电阻大的，则这种电路的发热总功率越小，档位就越低。

(5) 通过把功率定义式  $P=UI$  和欧姆定律  $I=U/R$  进行融合，我们可得到这么一个公式，

$$P = \frac{U^2}{R}$$

通过这个公式，可以直观地看出，当总电压一定时，电路的发热总功率与电路总电阻成反比的关系。

## 几路多档位电路的不同连接方式

如图 15-4-10 所示，这种几路多档位电路的不同连接方式。

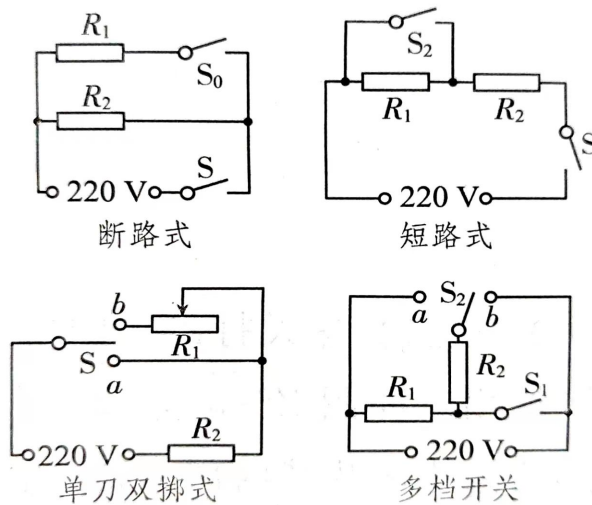


图 15-4-10

(1) 断路式：当  $S$  和  $S_0$  都闭合时， $R_1$  与  $R_2$  并联，当只有  $S$  闭合时，则只有  $R_2$  工作。并联时的总电阻比单个电阻更小，根据  $P=U^2/R$  可知，并联时的发热功率更大，属于加热档，只有  $R_2$  工作时，属于保温档。

(2) 短路式：当  $S$  和  $S_2$  都闭合时， $R_1$  短路，只有  $R_2$  工作，当只有  $S$  闭合时， $R_1$  和  $R_2$  串联工作。单个电阻  $R_2$  比串联的总电阻更小，根据  $P=U^2/R$  可知，单个电阻  $R_2$  工作时的发热功

率更大，属于加热档， $R_1$  和  $R_2$  串联工作时，属于保温档。

(3) 单刀双掷式：当接 S 接 a 时，只有  $R_2$  工作，当只有 S 接 b 时， $R_1$  和  $R_2$  串联工作。单个电阻  $R_2$  比串联的总电阻更小，根据  $P=U^2/R$  可知，单个电阻  $R_2$  工作时的发热功率更大，属于加热档， $R_1$  和  $R_2$  串联工作时，属于保温档。

(4) 多档式：当接  $S_1$  闭合， $R_2$  接 b 时， $R_2$  短路，只有  $R_1$  工作；当接  $S_1$  闭合， $R_2$  接 a 时， $R_1$  和  $R_2$  并联；当接  $S_1$  断开， $R_2$  接 b 时， $R_1$  和  $R_2$  串联。显然，三种电路的总电阻大小的关系是：串联的总电阻 > 单个电阻  $R_1$  > 并联时的总电阻。因此，根据  $P=U^2/R$  可知，并联时的发热功率最大，属于高温档；单个电阻  $R_1$  工作时的发热功率次之，属于中温档；串联时时的发热功率更小，属于低温档。

所谓很多时候，电压都是电源电压 220V，即电压是不变的。

## 关于多档位电路的计算

例题 1：如图 15-4-11 所示，当  $R_1=44\ \Omega$ ， $R_2=176\ \Omega$ ，分别求出加热功率和保温功率分别是多少？

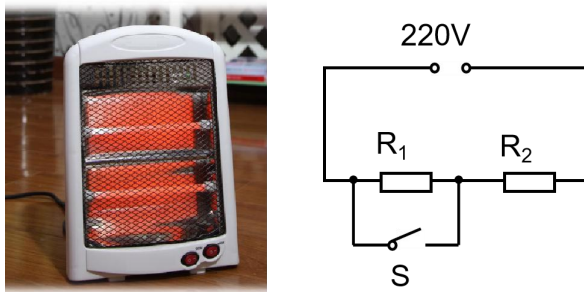


图 15-4-11

【分析】S 的闭合和断开，分别有两种连接方式，分别是  $R_2$  单独工作、 $R_1$  和  $R_2$  串联工作，根据  $P=U^2/R$  可知，S 闭合时，电阻小，属于加热档的功率；S 断开时，电阻大，属于保温档

的功率。

解：当 S 的闭合， $R_2$  单独工作；当 S 断开， $R_1$  和  $R_2$  串联工作，则

$$R_2 < R_{\text{串}}$$

根据  $P=U^2/R$  可知， $R_2$  单独工作属于加热档的功率；S 断开时， $R_1$  和  $R_2$  串联工作属于保温档的功率。

加热功率为

$$P_{\text{加}} = \frac{U^2}{R_2} = \frac{(220\text{V})^2}{176\Omega} = 275\text{W}$$

保温档功率为

$$P_{\text{保}} = \frac{U^2}{R_{\text{串}}} = \frac{U^2}{R_1 + R_2} = \frac{(220\text{V})^2}{176\Omega + 44\Omega} = 220\text{W}$$

答：加热功率是 275W，保温功率是 220W。

例题 2：如图 15-4-12 所示，当  $R_1=440\Omega$ ，加热功率是 1210W，求保温功率和  $R_2$  分别是多少？

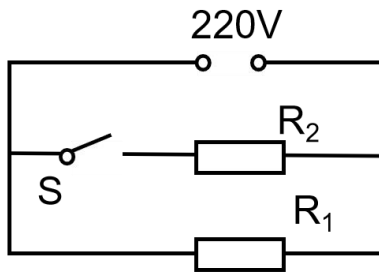


图 15-4-12

【分析】多档位的计算本质上仍是动态电路的计算，所以，我们可采用动态电路的计算方法来处理。所以，求解有关多档位的计算步骤如下：

- (1) 先分析各档位对应的电路连接方式；
- (2) 画出各档位对应的等效电路图，标明已知条件。
- (3) 如果物理量间的关系繁琐，可借助 12 宫图来找出求解思路。

解：当 S 的闭合， $R_1$  和  $R_2$  并联工作；当 S 断开，只有  $R_1$  单独工作，则

$$R_{\text{并}} < R_1$$

根据  $P=U^2/R$  可知， $R_1$  和  $R_2$  并联工作属于加热档的功率；S 断开时， $R_2$  单独工作属于保温档的功率。

加热档的等效电路图如图 15-4-13 中左图所示：

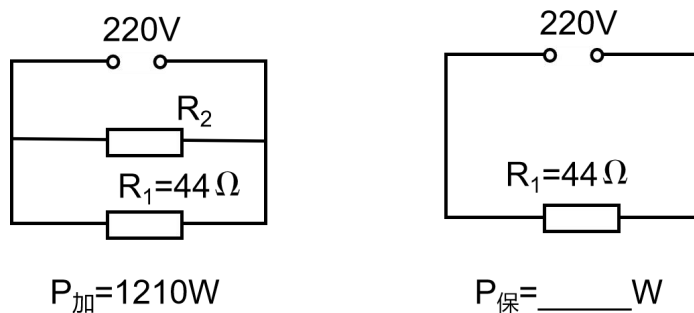


图 15-4-13

则

$$I = \frac{P_{\text{加}}}{U} = \frac{1210\text{W}}{220\text{V}} = 5.5\text{A}$$

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{U}{R_1} = \frac{220\text{V}}{44\Omega} = 5\text{A}$$

$$I_2 = I - I_1 = 5.5\text{A} - 5\text{A} = 0.5\text{A}$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{U}{I_2} = \frac{220\text{V}}{0.5\text{A}} = 440\Omega$$

保温档的等效电路图如图 15-4-12 中右图所示，则

$$P_{\text{保}} = \frac{U^2}{R_1} = \frac{(220\text{V})^2}{44\Omega} = 1100\text{W}$$

答：保温功率是 1100W， $R_2$  是 440Ω。

本题中求解  $R_2$  的大小的过程有些复杂，为了便于我们找到线索，不妨借助 12 宫图来进行。比如此题，我们将 3 个已知条件（红色字体）填入表格二中，利用功率定义式公式  $P=UI$ 、并联等压分流的特点和欧姆定律  $I=U/R$ ，是可以方便地找到如何计算出电阻  $R_2$  的线索的。

$P_{\text{加}}=1210\text{W}$	$U=220\text{V}$	$I=5.5\text{A}$	$R=$
$P_1=$	$U_1=220\text{V}$	$I_1=5\text{A}$	$R_1=44\Omega$
$P_2=$	$U_2=220\text{V}$	$I_2=0.5\text{A}$	$R_2=$

表二

利用 12 宫图，一般只要知道 3 个已知量，就可以求解剩下的 9 个未知的物理量。

关于电热档位计算的过程，不妨简单称为“比电阻判档位，画等效列已知，十二宫图来帮忙”。

## 关于电热效率

什么是电热效率？

当我们用电热水壶加热水时，因为不可避免地存在热的散失以及盛水容器也会吸收部分热量，所以电流产生的热量不可能完全被水吸收。

电热效率是指水吸收的热量与电流做功放出的热量之比。电热效率越高，代表用电器更节能。

电热效率的计算公式如下：

$$\eta = \frac{Q_{\text{吸}}}{Q_{\text{放}}} \times 100\%$$

其中  $Q_{\text{吸}}$  一般是指被加热物质吸收的热量， $Q_{\text{放}}$  是指电流做功时放出的热量。

例题：某个电热水壶铭牌如图 15-4-14 所示，把这个壶中装入 1.8kg，从初温 20℃ 烧开，用时 480s，试计算该热水壶的加热效率。





图 15-4-14

【分析】 $Q_{\text{吸}}$ 一般用公式  $Q_{\text{吸}}=cm\Delta t$  来计算。 $Q_{\text{放}}$ 一般用  $Q_{\text{放}}=I^2Rt$  或  $Q_{\text{放}}=Pt$  来计算。

解：

$$Q_{\text{吸}} = cm\Delta t = 4.2 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times 1.8 \text{ kg} \times (100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 6.048 \times 10^5 \text{ J}$$

$$Q_{\text{放}} = Pt = 1800 \text{ W} \times 480 \text{ s} = 8.64 \times 10^5 \text{ J}$$

$$\eta = \frac{Q_{\text{吸}}}{Q_{\text{放}}} \times 100\% = \frac{6.04 \times 10^5 \text{ J}}{8.64 \times 10^5 \text{ J}} \times 100\% = 70\%$$

答：该热水壶的加热效率约为 70%。

有一个有趣的问题：额定功率大的电热水壶是不是也更节能？

从实际情境来看，的确是如此，因为，额定功率更大的电热水壶，在加热相同质量相同初温的水时，根据  $W=Pt$  可知，大功率的电热水壶所用的时间更短，这就意味着热的散失更少，因此，电热效率也就会更高。



## 本节我们学习的物理规律

### 1、什么是电流热效应

电流通过导体时，导体会产生热量（电能转化为内能），这种现象叫做电流的热效应。

### 2、电流热效应与什么因素有关

(1) 当电阻一定时，电流越大，电流产生的热量越多。

(2) 当电阻一定时，电流越大，电流产生的热量越多。

(3) 当电阻和电流一定时，通电时间越长，电流产生的热量越多。

### 3、在探究电流热效应的影响因素的实验中，瓶外电阻丝的作用是什么？

分流的作用，使两个瓶内的相同阻值的电热丝通过的电流不相等。

### 4、什么是焦耳定律

电流通过导体产生的热量跟电流的平方成正比，跟导体的电阻成正比，跟通电时间成正比，这就是著名的焦耳定律。

公式为： $Q = I^2 R t$

### 5、电功（电能）与电热的关系

(1) 当用电器是电动机，则电能大于电热。

(2) 当用电器是电热丝，灯丝，电阻器等，则电能与电热相等。

### 6、高压输电线的原理是什么

采用高压，是为了减小输电线的电流，从而减小输电线因电流发热而造成电能的损耗。

减小电流的原理是  $P=UI$ ；减小发热的原理是  $Q=I^2 R t$ 。

### 7、家用电器多档位的分析原理

利用公式  $P=U^2/R$  可知，当电压一定时，电路的发热总功率与电路总电阻成反比的关系。

### 8、关于多档位电路的计算步骤的口诀

比电阻判档位，画等效列已知，十二宫图来帮忙

### 9、什么是电热效率

电热效率是指水吸收的热量与电流做功放出的热量之比。 $Q_{吸}$ 一般用公式  $Q_{吸}=cm\Delta t$  来计算。 $Q_{放}$ 一般用  $Q_{放}=I^2Rt$  或  $Q_{放}=Pt$  来计算。



### 自我检测与巩固

1、若电视机、电烙铁和电风扇上都标有“220V，60W”的字样，它们都在额定电压下工作相同的时间，则三个用电器产生的热量是（ ）

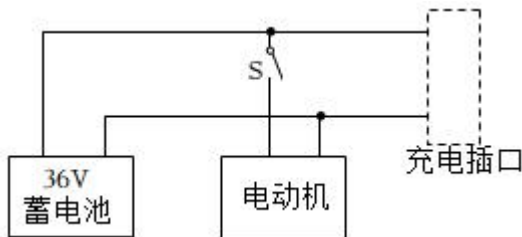
- A、电烙铁最多      B、电视机最多      C、电风扇最多      D、一样多

2、甲、乙两个电热器的电阻之比为5：4，通电相同时间产生的热量之比为5：1，则通过甲、乙的电流之比为（ ）

- A、4：1      B、1：4      C、2：1      D、1：2

3、电动自行车有充电、行驶两种状态，局部电路如图。电动机正常工作电压为36V，线圈电阻为 $1.5\Omega$ ，通过电动机线圈的电流为4A，则：

- (1) 电流通过线圈产生的热量为多少焦耳？  
(2) 电动机消耗的电能是多少？

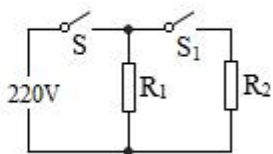


4、几千年来中国的厨艺最讲究的就是“火候”。现在市场上流行如图甲所示的新型电饭锅，采用“聪明火”技术，电脑智能控温、控压，智能化控制食物在不同时间段的温度，以得到最佳的口感和营养，其简化电路如图乙所示。 $R_1$ 和 $R_2$ 均为电热丝， $S_1$ 是自动控制开关。把电饭锅接入220V的电路中，在电饭锅工作的30min内，电路中总电流随时间变化的图像如图丙所示，求：

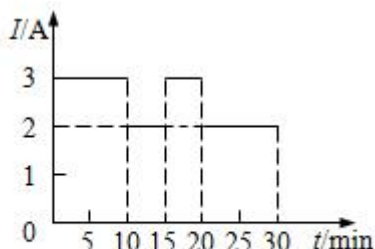
- (1) 电饭锅的最大电功率；
- (2) 电热丝  $R_2$  的阻值；
- (3) 25min 内电饭锅产生的热量。



甲



乙



丙